Über die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmcanal des Menschen.

Von **Hans Malfatti**, stud. med.

(Aus dem Laboratorium für angewandte medicinische Chemie der Universität in Innsbruck.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. December 1884.)

Die Versuche, welche über die Ausnützbarkeit der Nahrungsmittel im Darmcanale des Menschen, seit Franz Hofmann[1], Gustav Meyer[2], in grösserem Massstabe aber von Max Rubner[3] ausgeführt wurden, ergaben sehr werthvolle Beiträge zur Beurtheilung der Ausnützung der Nährstoffe in den Nahrungsmitteln, welche der Mensch in seiner gemischten Kost zur Verwendung bringt. Doch bleibt es noch immer in hohem Grade wünschenswerth, die bisherigen Versuche über diesen in theoretischer wie in praktischer Beziehung gleich wichtigen Gegenstand, welche, wie bekannt, mit nicht unbedeutenden experimentellen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, zu vermehren. Nicht nur erfahren hiebei die richtigen Befunde der früheren Untersucher ihre Bestätigung, auch die Grenzen der Schwankungen in der Ausnützung der einzelnen Nährstoffe, welche durch den individuellen Einfluss bedingt werden, kann man nur in dieser Weise erfahren, und schliesslich bedarf es noch einer weiteren Prüfung, wie sich bei der Mischung der Nahrungsmittel in der Kost, die Gegenwart der Beigabe, auf die Verwerthung jenes Nahrungsmittels geltend macht, dem die Hauptrolle während der Versuchsperiode zukommt. Von diesen Erwägungen geleitet, habe

---

[1] Sitzungsber. der k. b. Akad. 1869, II, 4.
[2] Zeitschrift f. Biologie. Bd. 7, pag. 1—48.
[3] Zeitschrift f. Biologie. Bd. 15, pag. 115 u. Bd. 16, pag. 116.

ich einige Versuche über die Ausnützbarkeit der Nahrungsmittel im Darmcanale des Menschen ausgeführt, deren Mittheilung hier folgt.

Wegen der Unmöglichkeit, Individuen zu finden, an welchen ich diese Versuche hätte durchführen können, musste ich mich zu Selbstversuchen entschliessen. In diesem Falle haben solche wohl den Nachtheil, dass hiedurch die Anzahl der Versuche aus äusserlichen Gründen eine geringere wird, schon weil der Körper eines und desselben Individuums zur Ausführung solcher Versuche nicht immer im geeigneten Zustande ist; anderseits bieten sie den Vortheil, dass hiedurch alle Zweifel an der Zuverlässlichkeit des betreffenden Individuums aufgehoben sind, und dass sie, weil stets dasselbe Individuum den Versuch ausführt, hiedurch brauchbare Anhaltspunkte für die Beurtheilung des individuellen Verhaltens gegenüber verschiedenen Nahrungsmitteln und Gemischen solcher, in Bezug auf die Ausnützung der darin enthaltenen Nährstoffe geben. Zugleich war ich bestrebt, die Versuchsbedingungen in solcher Weise einzurichten, dass die jeweiligen Ergebnisse der Ausnützung als normalen Verhältnissen entsprechend betrachtet werden dürfen.

Das Versuchsindividuum Stud. med. ist 20 Jahre alt, von kräftigem Knochen- und Muskelbau, Körpergewicht 75 Kg.

Die grösste Schwierigkeit bei Durchführung der Versuche verursachte auch in meinem Falle, die stricte Abgrenzung des der Versuchsdauer entsprechenden Kothes. Mehrere zu diesem Zwecke besonders ausgeführte Vorversuche bestätigten zunächst die Angabe J. Ranke's, dass Preisselbeeren zur Abgrenzung nicht zu benützen sind. Schon Ranke gibt an, dass die Beeren an den Wandungen des Darmes hängen bleiben und sich dadurch verschieben.

Ich machte die Erfahrung, dass sowohl von Preisselbeeren, als von Äpfelschalen, Kernen etc. ein Theil, vielleicht wegen ihrer Adhäsion an die Wandungen des Darmes, vielleicht weil sie als unresorbirbare Körper einen stärkeren Reiz auf die Darmwandungen ausüben, stets früher erscheint, als die mit denselben zu gleicher Zeit genommenen Nahrungsmittel. So zeigte sich in einem Falle, wo 2 Tage nach dem ausschliesslichen Genuss von Polenta, Äpfel gegessen wurden, dass die von den-

selben herrührenden Schalen und Kerne schon in der Mitte des Polentakothes zum Vorschein kamen, während der Polentakoth im Übrigen ganz unvermischt war.

Die Abgrenzung mit Milch, wie sie Max Rubner beschreibt, habe ich aus folgenden Gründen bei meiner Versuchsreihe nicht verwerthet.

Zunächst habe ich mich überzeugt, dass entsprechend den Angaben von Max Rubner thatsächlich mit einer Menge von unter 1½ Liter, selbst wenn man Käse dazu geniesst, zu wenig Koth mit charakteristischer Färbung gebildet wird, um ihn zur Abgrenzung zu benützen. Daher schreibt auch Rubner vor, die Abgrenzung mit Milch in der Weise durchzuführen, dass man während eines Tages circa 2 Liter Milch nimmt, nun noch 16 bis 24 Stunden wartet, und erst jetzt den eigentlichen Versuch beginnt.

Ich glaubte, dass, nachdem 2 Liter Milch weder den Bedarf des Körpers an Eiweiss, noch an Kohlenstoff für den Tag decken, überdies noch 24 Stunden bis zum Beginn des Versuches ohne Nahrungsaufnahme vergehen, hiebei sowohl der Gesammtorganismus als auch der Darmcanal in einen Zustand versetzt werden, welcher die Resultate eines nun folgenden Ausnützungsversuches nicht als normalen Verhältnissen entsprechend, betrachten lassen; ausserdem war es mir unmöglich, grössere Quantitäten, wenn auch warmer Milch zu nehmen.

Ich habe daher einer neuen Empfehlung von Traugott Cramer[1] folgend, den schon früher von Franz Hofmann empfohlenen Petroleumruss zur Abgrenzung des Kothes benützt. Während Traugott Cramer im Stande war, mit je einem Gramm davon in Oblaten verschluckt, Beginn und Ende des Versuches abzugrenzen, musste ich, um dies zu erreichen, wenigstens das Doppelte nehmen, und zwar zeigte es sich zweckmässiger — da eine in Oblaten verschlossene Portion keinen Erfolg gab — die jeweiligen 2 Grm. in wenig Wasser aufgeschlemmt zu nehmen, in der Weise, dass die Kohle mit der ersten Portion der Versuchs-

---

[1] Zeitschr. f. physiol. Chemie. VI., pag. 346—386. Auch Rubner verwendet in späteren 2 Versuchen, (Zeitschr. f. Biol., Bd. 19, pag. 56,) den Petroleumruss zur Abgrenzung.

nahrung eingeführt wurde, und die auf den Versuch folgende Nahrung ebenfalls mit Kohle begonnen wurde.

Obwohl diese Abgrenzungsmethode im Ganzen und Grossen günstige Resultate ergab, so erwähne ich doch schon hier, dass in einem Falle — Versuch III — der am Anfange des Versuches genommene Petroleumruss durchaus nicht aufzufinden war. Anderseits lässt sich in allen Fällen, wo die eingeführten Nahrungsmittel einfacher Natur sind, die Consistenz und Farbe des diesen entsprechenden Kothes, ebenfalls für die Abgrenzung verwerthen, insbesondere wenn man darauf Rücksicht nimmt, dass vor Beginn und nach Beendigung des Versuches solche Nahrung genossen wird, welche einen Koth liefert, der sich schon durch seine Consistenz etc. vom Versuchskoth unterscheidet. In welcher Weise dies bewerkstelligt wurde, ist bei den einzelnen Versuchen angeführt.

Da die Abgrenzung des der Versuchsdauer entsprechenden Kothes die wichtigste Fehlerquelle der Ausnützungsversuche bildet, deren Einfluss um so geringer wird, je länger der Versuch währt, so war ich bestrebt, die Versuche wenigstens auf dreimal 24 Stunden auszudehnen. Eine Ausdehnung der Versuche auf 4—5 Tage gelang mir bei der einfachen Nahrung, mit welcher dieselben angestellt wurden (Polenta, Erbsen, Fleisch) nicht, denn wenn mir auch manchmal das Aufnehmen eines einzigen Nahrungsmittels am zweiten Versuchstage weniger Schwierigkeiten bot, als am ersten, so stellte sich doch am dritten Tage Appetitlosigkeit und Unlustgefühl ein, welche deprimirend wirkend, den weiteren Versuch nicht als normal erscheinen liessen. Ja in 3 Fällen trat dieser Zustand schon am zweiten Tage ein, nur die Fleischversuche wäre ich im Stande gewesen, länger fortzuführen.

Ich habe sämmtliche zum Versuche benützten Nahrungsmittel nach den für die Analyse der Ernährungsversuche derzeit allgemein geltenden Grundsätzen selbst analysirt. Als Eiweiss (Stickstoffsubstanz) gilt der gefundene N-Gehalt, multiplicirt mit 6·25.

Unter Fett ist auch bei meinen Analysen der Äther-extract verstanden. Als Kohlenhydrate oder besser stickstofffreie Extractivstoffe werden alle diejenigen Nährstoffe angeführt,

welche als Differenz aus dem Gewichte der Trockensubstanz und der Summe von Eiweiss, Fett und Asche resultiren.

Ursprünglich hatte ich die Absicht, bei den pflanzlichen Nahrungsmitteln speciell auch die Ausnützung der Cellulose im Darmcanal des Menschen zu verfolgen. Demgemäss habe ich auch in der zu Versuch I, II und III verwendeten Polenta die Cellulose nach der sehr zweckmässigen Methode von Holdefleiss[1] bestimmt.

Doch zeigte sich diese Methode für die Bestimmung der Cellulose im Koth nicht verwendbar. Während nämlich in den frischen Cerealien, sowohl nach der Behandlung mit verdünnter heisser Schwefelsäure, als mit Kalilauge, die Filtration der hiedurch gelösten Bestandtheile durch den Asbestpfropf und das nachherige Auswaschen des Niederschlages auf dem Bunsen'schen Saugfilter sehr glatt von statten geht, werden die Kothmassen nach der Einwirkung der heissen Schwefelsäure, noch mehr aber der Kalilauge, zu einer seifenartigen Masse, in welcher sich auch die Fasern der Cellulose in schleimartiger Quellung befinden, wodurch die Trennung derselben durch Filtration unmöglich gemacht wird. Hingegen zeigte sich bei einem diesbezüglichen Versuche, dass sämmtliche im Koth vorhandene Cellulose in Kupferoxydammoniak leicht löslich ist und durch Salzsäure aus der Lösung abgeschieden und bestimmt werden kann. Jedoch musste ich wegen der Umständlichkeit des Verfahrens, in Rücksicht auf die übrigen Aufgaben des Versuches hier diesmal davon absehen, die Ausnützung der Cellulose weiter zu verfolgen.

Der Stickstoff wurde sowohl in den Nahrungsmitteln als im Koth und Harn nach der von Voit und Schröder modificirten Will-Varrentrapp'schen Methode[2], durch Verbrennen mit Natronkalk bestimmt.

Die Extraction mit Äther zur Fettbestimmung wurde im Soxhlet'schen Apparat ausgeführt.

Der Harn wurde in allen Fällen, nachdem vor Beginn des Versuches aller Harn entleert worden war, von der Zeit des Beginnes desselben bis zum Morgen, welcher der den Versuch abschliessenden Abendmahlzeit folgte, gesammelt.

Bei sämmtlichen Versuchen wurde als Getränk nur Wasser, und als würzende Zuthat nur Kochsalz benützt.

Es wurden folgende Versuche ausgeführt.

---

[1] Landwirthschaftl. Jahrb. VI., Supplementheft, pag. 101.

[2] Loebisch Harnanalyse, II. Aufl., pag. 96.

Versuch I.

Mit Maismehl, 2tägig. 12.—14. Februar 1884.

Da bekanntlich das Maismehl (Polenta) bei der Bevölkerung von Südtirol und Oberitalien das gebräuchlichste Nahrungsmittel bildet und bei den ärmsten Schichten derselben angeblich selbst ohne Zusatz von Käse, Fischen oder Fett, nur mit Wasser gekocht, beinahe die ausschliessliche Nahrung bildet, so war der Versuch von Interesse, wie weit die Ausnützung der Nährstoffe der Polenta bei dieser einfachen Zubereitungsart im Darmcanal eines gut genährten, kräftigen Versuchsindividuums vor sich geht. Ich nahm zu dem Versuche nicht die in Deutschland übliche grobkörnige Form des Maismehls, sondern die feinkörnige, kleiehaltige Form, wie sie der wälsche Bauer zu seinem Nationalgericht verwendet, und zwar wurde von solchem Maismehl eine grössere Menge (6 Kg.) eingekauft und in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel, welcher überdies mit Pergamentpapier fest gebunden war, aufbewahrt. Diese Quantität reichte für diesen und für die nächstfolgenden 2 Versuche hin. In Rücksicht darauf, dass trotz des guten Verschlusses das Maismehl immerhin etwas Wasser abgeben könnte, wurde bei Versuch II und III die Bestimmung der Trockensubstanz wiederholt; thatsächlich erwies sich diese Vorsicht bei Versuch III als begründet.

Nach den Ergebnissen der Analyse steht das von mir verwendete Maismehl den von König [1] als Maisschrot bezeichneten Sorten am nächsten.

Der Versuch wurde mit nüchternem Magen um 11 Uhr Vormittags am 12. Februar begonnen und währte bis 13. Abends. Den nächsten Tag wurde bis Mittag gefastet und nun, um die Abgrenzung im Kothe zu erleichtern, viel Fleisch genossen.

Um die Speise herzustellen, wurde das Mehl mit Wasser unter fleissigem Umrühren gekocht, so dass sich keine Kruste bilden konnte, wobei allerdings die Schmackhaftigkeit bedeutende Einbusse erlitt, die der Zusatz von Salz nicht heben konnte. Die Abgrenzung wurde, wie in der Einleitung erwähnt, mit Petroleumruss ausgeführt.

---

[1] Koenig: „Chem. Zusammenstellung der menschl. Nahrungs- und Genussmittel". 2. Aufl., Berlin 1882. pag. 93—94.

Da bei der breiigen Consistenz der Masse und ihrer Geschmacklosigkeit, die Aufnahme grösserer Mengen auf einmal Schwierigkeiten machte, so wurde so ziemlich den ganzen Tag hindurch gegessen; kleine Portionen wurden auch im Trockenkasten bei 110° gedörrt und gleichsam als Näscherei gegessen.

Trotzdem war es nur mit grosser Selbstüberwindung möglich, 2 Tage lang diese Nahrung zu geniessen. In diesen 2 Tagen wurden 1258 Grm. frisches Maismehl und 23 Grm. Kochsalz verbraucht. Als Getränke diente Wasser, und zwar wegen der Geschmacklosigkeit der Nahrung in grossen Quantitäten.

Der erste Polentakoth zeigte sich am 14. Februar, 9½ Uhr Vormittags. Derselbe war deutlich abgegrenzt, von Kohle sehr dunkel gefärbt, ziemlich consistent, schwach sauer reagirend. Letzter Koth am 15. Vormittags. Derselbe war weich breiig und mit Schalen von später gegessenen Äpfeln und auch mit geringen Mengen Fleischkoth untermengt, der sich, da er knollige Concretionen bildete, leicht auf mechanischem Wege trennen liess. Sämmtlicher Koth wurde auf dem Wasserbad getrocknet, dann gewogen, und ergab so nach Abzug der Kohle (2 Grm.) 75 Grm. Von diesen wurden dann Proben für die übrigen Bestimmungen entnommen. Der Harn wurde, wie oben angegeben, gesammelt und ergab 4725 cm³ von 1·012 spec. Gewicht.

Die Ergebnisse des Versuches zeigt folgende Tabelle.

Einnahmen.

	Mais[1] frisch	Mais trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlekydrate
Polenta . .	1258	1081·73	13·73	20·12	13·74 23 Grm. Na Cl	962·06
Im Tag . .	629	540·86	6·86	10·06	18·37	481·03

[1] 5·3780 lufttrockener Mais = 4·519 trocken = 85·88% } 85·98% Trocken-
2·3800 2·0489 86·08 } Substanz.

0·3970 trockener Mais = 5·14 Mg. N = 1·29% } 1·27% Stickstoff.
0·7130 8·86 1·24 }

4·9436 0·0929 Grm. Fett = 1·88% } 1·86% Fett.
3·1240 0·0574 1·84 }

3·0081 0·0393 Grm. Asche = 1·30% } 1·27% Asche.
2·5435 0·0314 1·23 }

Ausgaben.

	Frisch	Trocken	Stick-stoff	Fett	Asche	Kohle-hydrate
Koth [1]	—	68·27	2·51	8·49	11·20	32·89
Im Tag . .	—	34·13	1·25	4·24	5·60	16·44

Harnmenge 4725 cm³, spec. Gew. 1·012, N[2] darin 25·49 Grm.

Aus diesem berechnet sich durch den Koth ein Verlust
an Trockensubstanz 6·3 Perc.
Stickstoff 18·28
Fett. 42·14
Asche 30·48
„ Kohlenhydraten 3·42 „

Vergleichen wir nun die Resultate dieses Versuches mit den von Rubner in seinem Ausnützungsversuch mit Mais gefundenen, so ergibt sich Folgendes:

Während in meinem Falle die Versuchsperson ohne eine andere Zuthat, als Kochsalz, im Tag nur 629 Grm. Mais bewältigte, brachte es die Max Rubner'sche trotz der Zuthaten von Käse, Butter und Fleischextract (letzteres vornehmlich als Würze), überdies von 1250 cm³ Bier auch nur auf 750 Grm. täglich, doch immerhin um 121 Grm. also 19% mehr, als ich zu nehmen vermochte.

Die Vergleichung der Verluste durch den Koth zeigt auf den ersten Anblick in meinem Falle 18·28 Perc. Verlust an Stickstoff gegenüber von 15·5 Perc. bei Rubner; jedoch bemerkt Rubner später selbst, dass wenn er den im Fleischextract enthaltenen Stickstoff, welcher ja sämmtlich durch den Harn entleert

[1] 0·8534 trockener Koth = 32·53 Mg. N = 3·82% } 3·68% N.
0·4325 15·32 „ 3·54 }

4·0565 0·5027 Grm. Fett = 12·39% } 12·44% Fett.
2·3470 0·2929 12·48 }

3·2055 0·5335 Grm. Asche = 16·64% } 16·40% Asche.
2·1430 „ 0·3465 16·17 }

[2] 5 cm³ Harn = 26·98 Mg. N = 4725 cm³ = 25·49 Grm. N.
5 26·97 4725 25·49

wird, von den übrigen Einnahmen abzieht, dass sich dann der Stickstoffverlust bei ihm auf 19·2 Perc. erhöht. Demnach erscheint also in meinem Falle der Verlust an Stickstoff etwas geringer, also die Ausnützung des N besser. Bezüglich des grossen percentischen Verlustes an „Fett", welcher in meinem Falle beinahe die Hälfte des Eingenommenen beträgt, hingegen bei Rubner sich nur auf 17·5 Perc. stellt, genügt es, darauf hinzuweisen, dass die Versuchsperson Rubner's eine grosse Menge Fett in Form von Butter einführte, welche wegen ihrer leichten Resorbirbarkeit das percentische Versuchsergebniss in dieser Beziehung gerade so beeinflusst, wie das Fleischextract die percentische Ausnützung der Stickstoffsubstanz. Der Verlust an Asche durch den Koth ist in beiden Fällen ungefähr gleich 30·48 Perc. in meinem Falle, gegen 30·00 Perc. bei Rubner.

Da zugleich der Verlust an Trockensubstanz in meinem Falle sich procentisch etwas geringer stellt, als bei Rubner, im Übrigen die Versuchsergebnisse (bis auf „Fett") so ziemlich übereinstimmen, so darf ich wohl annehmen, dass das eingeführte Maismehl im Darmcanale in diesem Falle eine möglichst vollständige Ausnützung erfuhr. Sie ist auch thatsächlich ziffermässig etwas günstiger als in Rubner's Falle, bestätigt aber im Grossen und Ganzen die Befunde Rubner's, besonders in Betreff der ungünstigen Ausnützbarkeit des Stickstoffes. Zugleich zeigt aber mein Versuch auch, dass von dem Maismehl allein genossen auch das Fett nicht gut ausgenützt wird. Es werden demnach die Kohlenhydrate am günstigsten ausgenützt, wie sich aus dem Vergleich der Verluste von Stickstoff, Fett und Asche mit dem Gesammtverlust an Trockensubstanz ergibt.

Da im Harn 25·49 Grm. N entleert wurden, aus der Nahrung jedoch nur 11·22 Grm. N aufgenommen wurden, so musste vom Körper während der Versuchsdauer eine 14·27 Grm. N entsprechende Eiweissmenge = 79·18 Grm. Fleisch (nach Voit) abgegeben werden.

Versuch II.

Mit Maismehl bei Zusatz von Butter. 3tägig.

12—15. März 1884.

In diesem Versuche sollte ein etwaiger Einfluss der gleichzeitigen Aufnahme von Fett auf die Ausnützung der Nährstoffe

im Maismehl gezeigt werden. Demgemäss habe ich dieselbe Polenta wie in Versuch I (s. Seite 329) zum zweiten Versuche, mit Butter, verwendet. Die gesammte, zum Versuch verwendete Menge Maismehl wurde zugleich mit etwas Butter in gewöhnlicher Weise gekocht, wobei sich eine Kruste bildete. Da diese Kruste eine andere Zusammensetzung als der Brei hat, so wurde sie zum Versuche nicht verwendet, sondern in derselben das Fett bestimmt und dies von der gesammten Menge des als Zugabe benützten Fettes abzogen.

Eine Probe der gekochten Polenta wurde zur Wasserbestimmung benützt, und es resultirten für die ganze während der Versuchsdauer genossene Menge 2002·42 Grm. Trockensubstanz.

Die erste Mahlzeit wurde am 12. März Mittags mit nüchternem Magen eingenommen, die letzte am 14. Abends. Zu den Hauptmahlzeiten wurde die Polenta mit Butter abgeröstet, wobei Sorge getragen wurde, dass nichts anbrannte. Auch diesmal wurde ein kleiner Antheil der Polenta im Trockenkasten gedörrt zwischen den Hauptmahlzeiten gegessen. Abgegrenzt wurde, wie in der Einleitung angegeben, mit Petroleumruss. Überdies bestand die während der letzten 16 Stunden vor dem Versuch genossene Nahrung aus Eiern und Milch; doch wurden diese im Koth an der Färbung nicht wieder erkannt. 12 Stunden nach dem Versuch wurde die abgrenzende Kohle diesmal mit Brot eingenommen. Die Bewältigung der während dreier Tage eingeführten Nahrungsmenge, war diesmal viel leichter als im ersten Falle.

Der erste Koth erschien am 14., 10 Uhr Morgens. Polentakoth, von Kohle dunkel gefärbt, ziemlich fest, neutral reagirend. Am 18. erschien dunklerer Koth von knolliger Beschaffenheit, dessen ganz verschiedenes Aussehen auf den Brotkoth der Abgrenzung schliessen liess, obwohl die Kohle nicht sehr gut zu Tage trat. Der Polentakoth selbst war eine durchaus gleichförmige, von Kohle dunkel gefärbte Masse.

Die Zahlenergebnisse des Versuches stellen sich in folgender Weise dar.

Einnahmen.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlenhydrate
Butter[1] ..	285	246·55	0·45	240·31	3·42	—
Polenta ..	2328·9	2002·42	25·42	37·25	25·44 35 Grm. NaCl.	1770·86
Summe ..	2613·9	2248·97	25·87	277·56	63·86	1770·86
Im Tag ..	871·3	749·66	8·62	92·52	21·29	590·28

Ausgaben.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlenhydrate
Koth[2] ...	530	159·45	7·999	21·17	22·91	65·38
Im Tag ..	—	53·15	2·67	7·06	7·64	21·79

Harnmenge 4150 cm^3, spec. Gew. 1·016, N[3] darin 31·65 Grm.

Da es sich, wie schon erwähnt, in diesem Falle darum handelte, den Einfluss der Butter sowohl auf die Aufnahmsfähigkeit des Maismehls, als auch auf die Ausnützung speciell der Stickstoffsubstanz in derselben zu prüfen, man jedoch die Butter als gänzlich resorbirbar annehmen kann, so berechne ich in diesem Falle den Verlust durch den Koth, durch directen

[1] Die Analyse der Butter (Marktbutter der besten Sorte in Innsbruck aus der Sennerei in Lans bei Innsbruck) ergab: 13·49% Wasser, 0·99% Caseïn = 0·16 N, 1·20% Asche, 84·32% Fett.

[2] 0·718 trockener Koth 35·00 Mg. N = 4·87% } 5·02%. N.
0·659 33·99 „ „ 5·16

3·0870 0·414 Grm. Fett = 13·41% } 13·28% Fett.
3·6265 0·4768 „ „ 13·15

3·4740 0·4929 Grm. Asche = 14·19% } 14·36%.
2·6500 „ 0·3854 14·54

[3] 5 cm^3 Harn 38·08 Mg. N = 4150 cm^3 + 31·60 Grm. } 31·65.
5 38·19 4150 + 31·69

Vergleich desselben mit der Trockensubstanz der Polenta nach Abzug der mit der Butter eingeführten Nährstoffe. Hiebei ergeben sich folgende Werthe:

an Trockensubstanz	7·96 Perc,
Stickstoff	31·54
Fett.	56·83
Kohlenhydraten	3·69
Asche	35·87

Würde man bei „Fett" auch das Fett der Butter in Rechnung ziehen, so ergäben sich im Ganzen 7·63 Perc. Verlust an Fett durch den Koth.

Diese Zahlen zeigen zunächst, dass die Ausnützung der Nährstoffe der Polenta durch den Zusatz von Butter in dem bei diesem Versuche eingeführten Mengenverhältniss nicht gesteigert wird, sondern dass diese sowohl bezüglich der Trockensubstanz als des Stickstoffes vermindert wurde. Der grosse Verlust an Fett bei dieser Zusammenstellung zeigt auch, gegenüber dem Verlust an Fett in Versuch I, dass selbst das Fett der Butter nicht gänzlich zur Resorption gelangte.

Würden wir anderseits den Verlust des Fettes durch den Koth auf die Gesammtmenge des eingenommenen Fettes, also auch auf das der Butter berechnen und die so erhaltene Ziffer — 7·63 — betrachten, so erfahren wir ebenfalls nicht, wie viel Fett aus dem Maismehl allein zur Resorption kam, umsoweniger, als in den Versuchen von Rubner[1] über die Grösse der Fettresorption, diese in so weiten Grenzen schwankend gefunden wurde — es variirt nämlich nach Rubner der Verlust an Fett durch den Koth nach Einnahmen grösserer Mengen Fett von 2·7—17·4 Perc. — dass sie für die Beurtheilung der hier in Betracht kommenden Verhältnisse der Resorption des Falles nicht verwerthbar ist.

Wenn nun einerseits der Zusatz von Butter die Aufnahmsfähigkeit des Maismehls erleichterte, so dass die grössere Menge von 776·3 Grm. täglich, gegenüber 629 Grm. im ersten Versuch — hier dürfte allerdings auch die bessere Zubereitung in Versuch II sehr in Betracht kommen — aufgenommen werden

[1] L. c. Bd. 15. pag. 170—810.

konnte, so zeigt es sich doch, dass anderseits die grosse Menge derselben (95 Grm. frisch im Tag) für die Ausnützung der Nährstoffe aus dem Maismehl im Darmcanal sich in diesem Versuche nicht günstig erwies.

In diesem Versuche wurden in 3 Tagen im Harne 31·65 Grm. N ausgeschieden, in der Nahrung jedoch nur 17·87 Grm. N aufgenommen. Es mussten daher vom Körper 13·87 Grm. N abgegeben werden.

Dieser Verlust an Stickstoffsubstanz des Körpers ist jedoch geringer als im Versuch I. Es entspricht nämlich einer Aufnahme von 5·61 Stickstoff für den Tag in Versuch I eine Ausfuhr von 12·74 Stickstoff im Harne und einer täglichen Aufnahme von 5·96 Stickstoff im zweiten Versuch eine Ausfuhr von 10·55 Grm. täglich im Harne.

Der geringere Verbrauch von Eiweisssubstanz des Körpers trotz ungenügender Zufuhr desselben in der Nahrung im letzteren Falle, wird durch die gleichzeitige Gegenwart von Fett in derselben, welches bei Versuch I fehlte, genügend aufgeklärt.

Versuch III.

Mit Maismehl und Käse. 3tägig. 3.—5. April 1884.

Durch den folgenden Versuch sollte im Hinblick darauf, dass die italienischen Arbeiter das Maismehl mit Käse fast als ausschliessliche Nahrung geniessen und sich bei derselben erhalten, die Ausnützbarkeit des Maismehls in dieser Combination geprüft werden.

Zu dem 3tägigen Versuche wurden 2383 Grm. von derselben Polenta, wie in Versuch I und II (s. S. 329) — der Wassergehalt war diesmal auf 13·29 Perc. herabgesunken —, 390 Grm. sogenannter Schweizerkäse und 40 Grm. Kochsalz verwendet. Gegessen wurde stets Morgens, Mittags und Abends, und zwar wurde der Käse entweder zu der mit Wasser gekochten Polenta oder mit derselben ohne weitere Zuthat abgeröstet, genommen. Diese Speise wurde durch alle 3 Tage sehr leicht genossen. Die Abgrenzung geschah mit 2 Grm. Petroleumruss. Die erste Mahlzeit um 10 Uhr Morgens war nur durch eine Nacht von der letzten mit gemischter Kost getrennt.

Der erste Koth erschien am 5. April 3 Uhr Nachmittags. Die Abgrenzung war diesmal sehr leicht durchführbar, da sich der Polentakoth durch seine feste Consistenz und hellgelbe Farbe sehr scharf vom gemischten Koth abhob; von dem genommenen Petroleumruss zeigte sich auch nicht eine Spur. Der letzte Koth erschien am 8. April 9 Uhr Vormittags. Dieser letzte Koth war mit von Abgrenzungskohle geschwärztem Kothe vermischt, bildete jedoch harte, hellgelbe Knollen, die von der übrigen weichen Masse leicht trennbar waren.

Er wurde, wie früher geschildert, gesammelt und getrocknet.

Die Zusammenstellung der Einnahmen und Ausgaben ergibt folgende Resultate.

Einnahmen.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlehydrate
Käse[1]	390	255·88	16·83	103·46	47·24	—
Polenta	2383	2066·16	26·23	38·43	26.24 40 NaCl.	1837·55
Summe	2773	2322·04	43·06	141·89	113·48	1837·55
Im Tag	924·3	774·01	14·35	37·29	37·83	612·52

Ausgaben.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlehydrate
Koth[2] .	313	97·6	3·15	13·25	21·98	42·33
Im Tag	104·3	32·5	1·05	4·42	7·33	14·11
Harnmenge 5520 cm³ von 1·023 spec. Gew. N[3] darin 51·00 Grm.						

[1] Schweizerkäse, Marktwaare 34·39% Wasser, 26·97% Eiweiss, 26·53 Fett, 12·11 Asche.

[2] 0·6505 trockener Koth 21·00 Mg N = 3·23%, 0·4325 13·96 Mg N = 3·23 } 3·23% N.
1·1960 0·1615 Gr. Fett = 13·50%, 1·1370 0·1970 Gr. = 13·65 } 13·57 % Fett.
4·4435 1·0135 Gr. Asche = 22·83%, 3·7120 „ 0·8242 Gr. = 22·20 } 22·52 % Asche

[3] 5cm³ Harn = 4·61 Mg N = 5520 cm³ = 50·89 Gr. N, 5cm³ — 4·63 Mg N = 5520 cm³ = 51·12 Gr. N } 51·0 Gr. N.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Ausnützung der Polenta bei Zusatz von Käse, als eine sehr günstige betrachtet werden muss. Es beträgt nämlich in diesem Falle der Verlust durch den Koth:

an Trockensubstanz.	4·20 Perc.
Stickstoff.	7·31
Fett..	9·34
Kohlenhydraten	2·32
Asche	..19·37

Allerdings stellt sich der Verlust an Stickstoff, wenn man das Eiweiss des Käses als gänzlich resorbirbar annimmt, und nur den Stickstoff des Maismehles in Rechnung zieht, auf 12·00 Perc. Doch ist dieses Resultat im Vergleich zu den Ergebnissen des Versuches I mit Maismehl ohne Zusatz, ebenfalls als ein sehr günstiges anzusehen.

Auch Rubner hat nach Zusatz von Käse zu Milch einen sehr günstigen Einfluss desselben auf die Ausnützung der in der Milch enthaltenen Nährstoffe constatirt. Diese Wirkung des Käses glaubt er damit erklären zu sollen, dass derselbe entweder einen verbessernden Einfluss auf die Aufnahme der Milch im Darmcanale bewirkt, indem die mit der Milch genommenen Käsestückchen, die Bildung grösserer Caseïnklumpen im Magen auf mechanischem Wege hindern, oder dass die ganze Masse des Käses ohne Rückstand resorbirt wird. Doch nehmen wir selbst letzteres an, so erhalten wir, wie oben erwähnt, in meinem Falle noch immer eine günstigere Ausnützung des Maismehles für sich allein betrachtet, als beim Versuche ohne Zusatz von Käse. Auch kann man in meinem Falle an eine analoge mechanische Wirkung des Käses nicht denken. Mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. Loebisch wäre geneigt, in diesem Falle an eine fermentartige Einwirkung des Käses zu denken und erinnert an die Beobachtungen von Seegen und Kratschmer [1], durch welche gezeigt wird, dass Eiweisskörper, wenn sie wenigstens theilweise löslich sind, bei Berührung mit Glycogen saccharificirend wirken.

---

[1] Pflügers Arch. 14. 593—605.

Diese günstige Einwirkung des Käses auf die Ausnützung der Nährstoffe des Maismehles liefert in Rücksicht auf die bei den Wälschtirolern, Norditalienern und wahrscheinlich bei den meisten Völkerschaften deren Hauptnahrungsmittel der Mais bildet, übliche Ernährungsweise von Polenta mit Käse, einen neuen Beitrag zu der in der experimentellen Ernährungslehre häufig gemachten Beobachtung, dass der auf wissenschaftlicher Grundlage ausgeführte Versuch die Zweckmässigkeit bestimmter Ernährungsnormen bestätigt, welche bei grossen Bevölkerungsschichten allgemein in Geltung stehen.

Auch in diesem Versuche wurde zu wenig Stickstoffsubstanz eingeführt, um den Bedarf des Körpers daran während der Versuchszeit zu decken. Und zwar wurden für den Tag 13·3 Grm. N. aufgenommen, hingegen 17·00 mit dem Harne ausgeführt, demnach wurde während dieses Versuches vom Körper pro Tag, eine, einer Stickstoffmenge von 3·7 Grm. entsprechende Eiweissmenge abgegeben.

Eine Zusammenstellung der vorstehenden drei Versuche wird den Einfluss ersichtlich machen, welchen der Zusatz von Fett (Butter) und von Käse auf die Ausnützung der Nährstoffe aus dem Maismehl, gegenüber der ohne Zusatz, ausübt

		Polenta allein.	Polenta mit Fett.	Polenta mit Käse.
Aufnahme an Maismehl pro Tag.	Frisch	629	776·3 } +80·1 Gr. Fett	794.3 } +130 Gr. Käse frisch
	Trocken	540·8	667·5	688.7
% Verlust durch den Koth	an Trockensubstanz	6.30%	7·96%	4·20%
	an Stickstoff	18·28 „	31.54 „	7·31 resp. 12·00%
	an Fett	42·14	56.83 resp. 7·63%	9·34%
	an Kohlehydraten	3·42 „	3·69%	2·32
	an Asche	30·48	37·90	19·37

In keinem der drei Versuche war das Versuchsindividuum im Stande, so viel Polenta im Tage einzuführen, dass hiedurch der tägliche N-Bedarf gedeckt worden wäre. (Voit berechnet für 18·3 Grm. N pro die 989 Grm. Maismehl.) Jedoch zeigt sich, dass, wie auch schon früher erwähnt, durch Zusatz von Butter, noch mehr aber durch den von Käse die Aufnahmsfähigkeit des

Maismehles gesteigert wird. Es wurde nämlich von Polenta allein aufgenommen 629 Grm., bei Zusatz von Fett 776·3 Grm., bei Zusatz von Käse 794·3 Grm. Im dritten Versuche wäre es natürlich ein Leichtes gewesen, durch Vermehrung der Käseration, auch den Stickstoffbedarf des Körpers mittelst der Nahrung zu decken.

Versuch IV.

Mit Erbsen und Butter. 2tägig, 8.—10. Mai 1884.

Zu diesem Versuche wurden, um den Einfluss der Cellulose der Erbsenschalen auf die Ausnützbarkeit auszuschliessen, die im Handel als gebrochene (geschälte) Erbsen vorkommenden, verwendet. Um eine grössere Menge derselben überwältigen zu können, habe ich für diesen Versuch Butter als Zuthat genommen. Durch die Erfahrung geleitet, welche der Versuch II ergab, wonach durch Zusatz von relativ viel Fett, die Ausnützung der Polenta sowohl in Bezug auf Stickstoffsubstanz, als auch auf Kohlehydrate bedeutend verringert wurde, habe ich diesmal weniger Butter verwendet, gegen 95 Grm. täglich im Versuche II, diesmal nur 75·5 Grm.

Die Erbsen wurden mit Wasser und Kochsalz gar gekocht, und in den Brei die Butter zum Theil eingerührt zum Theil zu demselben genossen. Die erste Mahlzeit wurde am 8. Mai $10^1/_2$ Uhr Vormittags bei nüchternem Magen genommen. Die Speise war sehr schwer und nur unter häufigem Absetzen zu bewältigen. Aus diesem Grunde war es auch nicht möglich, den Versuch auf mehr als 2 Tage auszudehnen. Die Abgrenzung wurde auch diesmal mit Petroleumruss durchgeführt.

Der erste Koth erschien am 10. 6 Uhr Abends; die Abgrenzung war eine scharfe. Der Erbsenkoth bildete eine gleichmässige breiige weiche Masse von schwachsaurer Reaction in der hin und wieder zerfallende Erbsen zu finden waren. Der letzte Koth erschien am 13. 9 Uhr Vormittags und hob sich deutlich von dem nachfolgenden Koth von gemischter Nahrung ab.

Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse des Versuches.

Einnahmen.

	Frisch	Trocken	Stick-stoff	Fett	Asche	Kohle-hydrate.
Butter[1] ..	151	130·63	0·21	127·32	1·81	—
Erbsen[2] ..	1096	957·88	41.09	7·76	17·05 25 Gr. NaCl.	676·26
Summe...	1247	1088·51	41·30	135·08	43·86	676·26
Im Tag...	623·5	544·25	20·65	67·54	21·93	338·13

Ausgaben.

Koth[3]....	428	94·60	6·28	11·67	15·31	28·37
Im Tag...	—	47·30	3·14	5·83	7·65	14·18
Harnmenge 2765 cm³, spec. Gew. 1·023, N[4] darin 34·06 Grm.						

[1] Für die in diesem Versuche benützte Butter wurden dieselben Werthe angenommen, welche die Analyse der Butter (Seite 333) ergeben hat; ich glaubte dies in diesem Falle aus folgenden Gründen thun zu dürfen: 1. Es war die Butter aus derselben Quelle wie jene (Sennerei Lans) von mir selbst beschafft worden. 2. Die Ergebnisse der auf Seite 333 angeführten Analyse stehen ganz nahe den von König „chemische Zusammenstellung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel“ (Berlin 1882) als Mittel der aus den Analysen Kuhbutter mitgetheilten Zahlen. Bei diesen Mittelzahlen findet sich jedoch überdies noch die Bemerkung: „Diese mittlere Zusammenstellung versteht sich im allgemeinen für die gewöhnliche Marktbutter“ und 3. handelt es sich in diesem Versuche nicht gerade darum, die Resorption des Fettes im Darm zu studiren, sondern darum, den Einfluss kennen zu lernen, den die Gegenwart einer mässigen Menge Fett auf die Ausnützung der Stickstoffsubstanz der Erbsen im Darm ausübt.

[2] 1·3785 lufttrockene Erbsen 1·2045 trocken = 87·38% }
0·7340 „ 0·6415 „ = 87·39 } 87·39%

1·1435 trockene Erbsen 49·0 Mg N = 4·28% }
0·8845 37·94 Mg N = 4·29 } 4·29% N.

2·7710 0·022 Gr. Fett = 0·79% }
3·5725 0·029 Gr. = 0·83 } 0·81% Fett.

4·3135 0·0751 Gr. Asche = 1·74% } 1·78%
2·6415 „ 0·0480 Gr. = 1·83 } Asche.

[3] 0·5250 trockener Koth 35·5 Mg N. 6·67% }
0·6745 44·65 Mg N. 6·62 } 6·64% N.

2·2390 0·2805 Gr. Fett 12·53% }
2·4360 0·2960 Gr. 12·15 } 12·34% Fett.

Es ergibt sich hieraus ein Verlust durch den Koth:

an Trockensubstanz	8·69 Perc.
Stickstoff . .	. . 15·20
Fett.	8·64
Kohlehydraten .	4·19
Asche	. . . 34·91

Man ersieht aus diesem, dass der Verlust an Trockensubstanz bei der Erbsenkost grösser ist, als in den früheren drei Versuchen mit Mais. Der Verlust an Stickstoff ist grösser als in Versuch III, jedoch geringer als in den Versuchen I und II. Sehr günstig erscheint die Ausnützung von Fett in diesem Falle, welche bei dem geringen Fettgehalt der Erbsen, wohl nur auf das in Form von Butter eingeführte Fett zu beziehen sein wird.

Die Stickstoffbilanz ergibt für den Tag in den Einnahmen, nach Abzug des durch den Koth ausgeschiedenen Stickstoffes, 17·51 Grm. Im Harne wurden ausgeschieden 17·03 Grm. Der Körper hat sich also in diesen zwei Tagen bei einer Einfuhr von 548 Grm. Erbsen (frisch) und 75·5 Butter im Tag, im Stickstoffgleichgewicht gehalten, ja sogar 0·96 Grm. N entsprechend 5·52 Grm. Eiweisssubstanz angesetzt.

Versuch V.

Mit Erbsen ohne Zusatz von Fett. 2tägig, 10.—12. Juni 1884.

Durch diesen Versuch sollte ebenso wie in Versuch I gezeigt werden, wie ein von den ärmeren Volksklassen sehr häufig angewandtes Nahrungsmittel, ohne irgend einen Zusatz, ausgenützt wird. Es wurden die bei Versuch IV beschriebenen, geschälten Erbsen, welche ebenfalls in einer für mehrere Versuche ausreichenden Menge eingekauft wurden, so lange mit Wasser gekocht, bis sie mit demselben einen gleichförmigen Brei bildeten. Als Würze diente allein Kochsalz. Das Geniessen dieses Breies, welcher gerade nicht geschmacklos genannt werden kann, ging langsam und sehr schwierig vor sich, so dass ich gleich wie bei

---

2·4300 trockener Koth 0·3899 Gr. Asche 16·05% } 16·18% Asche.
2·1235 0·3466 Gr. 16·32 }

[4] 5 cm³ Harn 61·6 Mg N. = 2765 cm³ 34·06 } Grm. N.
5 cm³ 61·6 Mg N. = 2765 cm³ 34·06 }

Versuch IV beinahe während der ganzen Arbeitszeit mit der Aufnahme der Speise beschäftigt war. Es gelang mir in dieser Weise am ersten Tage 572 Grm. und am zweiten Tage 577 Grm. lufttrockener Erbsen aufzunehmen. Das Allgemeinbefinden war nicht gestört, doch machte sich auch diesmal die stetig zunehmende Abneigung gegen die Versuchsnahrung geltend, in Folge deren der Versuch nicht über zwei Tage ausgedehnt werden konnte. Dem während des Versuches gesteigerten Durstgefühl entsprechend, wurde viel Wasser getrunken. Die Abgrenzung wurde mit Petroleumruss ausgeführt. Der erste Koth zeigte sich am 12. Juni 3½ Uhr Nachmittags, ziemlich gut abgegrenzt, breiig, durch Kohle dunkelgefärbt; der letzte Koth am 15. 9 Uhr Vormittags. Die Consistenz des Kothes, welcher anfangs breiig war, wurde später weicher, beinahe dünnflüssig, so dass die Abgrenzung nach hinten ziemlich schwierig, aber dennoch durchführbar war. Gasblasen zeigten sich im Kothe nicht, Reaction schwach sauer.

Die Versuchsergebnisse ersieht man aus der nachstehenden Tabelle:

Einnahmen.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche	Kohlehydrate.
Erbsen...	1149	1004·2	43·08	8·13	8 17· 7 31 Gr. NaCl.	708·95
Summe...	—	—	—	—	48·87	—
Im Tag...	574·5	502·1	21·54	4·06	24·43	354·47

Ausgaben.

Koth[1] ..	598	99·0	5·93	9·03	23·02	28·89
	—	49·5	2·96	4·51	11·51	14·44
Harnmenge 3270 cm³, von 1·023 spec. Gew. N[2] darin 34·06 Grm.						

[1] 0·5860 trockener Koth 33·6 Mg N 5·73% } 5·99% N.
1·0190 63·7 Mg N 6·25 }

1·6930 0·158 Gr. Fett 9·33% } 9·13% Fett.
2·9805 0·267 Gr. „ 8·94 }

3·6830 0·8584 Gr. Asche 23·31% } 23·25% Asche.
2·2582 0·5235 Gr. 23·19 }

5 cm³ Harn 52·08 Mg N. 3270 cm³ } 34·06 Gr. N.
5 cm³ 52·08 Mg N. 3270 cm³ }

Dem gemäss ergeben sich die Verluste durch den Koth wie folgt:

an Trockensubstanz	9·86 Perc.
Stickstoff	13·76
Fett.	.111·07
Kohlenhydraten	4·07
Asche	41·10

Vergleichen wir nun die Ausnützung der Erbsen bei Gegenwart von Fett mit jener derselben ohne Zusatz, so sehen wir im ersten Falle wohl eine bessere Ausnützung der Trockensubstanz, doch rührt diese nur von der grossen Resorbirbarkeit der zum Versuche verwendeten Butter her. Hingegen wurde die Stickstoffsubstanz bei Gegenwart von Fett schlechter ausgenützt, als ohne dasselbe (15·2 Perc. gegen 13·76 Perc. Verlust durch den Koth), ein Verhalten, welches wir auch in Versuch II bei der Polenta mit Fett (35·54 Perc.) gegenüber derselben ohne Fett (18·28 Perc.) beobachtet haben. Dass dieser Einfluss des Fettes auf die Ausnützung der Stickstoffsubstanz sich beim Versuch von Maismehl mit Fett auffallender geltend macht, rührt sicher von der grösseren Fettmenge (95 Grm. frisch bei Versuch II gegen 75·5 Grm. bei Versuch IV) her, welche daselbst eingeführt wurde.

Bezüglich von „Fett" zeigt sich diesmal der Verlust durch den Koth grösser als die in der Nahrung eingeführte Menge. Die Erklärung für dieses auffallende Verhalten liefern die Erfahrungen, welche Voit und auch Rubner in dieser Richtung gemacht haben. Ersterer betont, dass der vom Hunde bei Hunger gelieferte Koth an Äther verschiedene fettartige Substanzen abgibt, welche als Residuen der Verdauungssäfte zu betrachten sind. Ist nun wenig Fett in der Kost enthalten, so wird dieser Antheil relativ grösser werden, und die Ausnützung schlechter auszufallen scheinen, als sie in der That ist. Rubner[1] fand bei nahezu fettfreier Kost (Brodversuche und Versuche mit Spätzeln) für den Tag 3·1 — 4·7 — 6·1 — 6·5 Grm. Ätherextrakt im Koth. Um nun eine richtige Vorstellung über die Ausnützung des Fettes in unserem Falle zu erhalten, müsste ich in der Lage sein, eine dem

[1] Zeitschr. f. Biol. Bd. 15, pag. 191.

Hungerkothe entsprechende Menge Ätherextrakt von dem Befunde in Versuch IV abzuziehen. In diesem Versuche beträgt die tägliche Fettmenge im Kothe 4·5 Grm., also eine Grösse, welche in der Mitte der von Rubner gefundenen Zahlenreihe liegt. Noch möchte ich bemerken, dass während der Ätherextrakt des Kothes in allen übrigen Fällen bei gewöhnlicher Temperatur erstarrte, er in diesem Falle eine weichflüssige, beinahe ölige Beschaffenheit zeigte.

Die Ausnützung der Kohlehydrate ist in diesem wie im vorhergehenden Versuche gleich günstig, jedoch sehen wir in diesem Falle die Asche schlechter ausgenützt als in Versuch IV. Wir können demnach die Ausnützung der Erbsen ohne Zusatz von Fett bezüglich der Eiweissstoffe und Kohlehydrate, also der wichtigsten Nahrungsstoffe für günstiger erachten, als nach Zusatz von Fett, obwohl auch dieses in mässiger Menge beigefügt, die Ausnützung der Stickstoffsubstanz, gerade nicht bedeutend herabsetzt.

Was nun die schlechte Ausnützung der Asche betrifft — der Percentverlust davon stellt sich, wenn man das Kochsalz der Nahrung abrechnet auf 129 Perc. — so hat schon Rubner darauf hingewiesen, dass man aus dem Vergleich der Gesammtasche der Nahrung und des Kothes zu keiner Vorstellung von der Ausnützung der Aschebestandtheile der ersteren gelangen kann, da bekanntlich die Asche des Kothes eine ganz andere Zusammensetzung hat, als die Asche der Speise. Auch ist die Gegenwart eines Aschebestandtheiles in Koth kein Beweis dafür, dass derselbe aus der Speise nicht resorbirt wurde, da der Darm auch ein Ausscheidungsorgan für gewisse Aschebestandtheile darstellt, abgesehen davon, dass auch bei Hunger noch Koth mit einem ziemlich hohen Aschegehalt ausgeschieden wird.

Auch Rubner hat Versuche über die Ausnützung von enthülsten Erbsen, ohne weiteren Zusatz als Kochsalz — 1 Liter Bier für den Tag, das er dazu trinken liess, braucht nicht als Beigabe gezählt zu werden — ausgeführt. Sein erster diesbezüglicher Versuch fiel wegen der zu grossen Menge der dabei eingeführten Erbsen sehr ungünstig aus; 27·82 Perc. des Stickstoffes der Nahrung erschienen wieder im Koth. Im zweiten Versuche reichte er nur 610 Grm. Erbsen im Tag; da ich nun in

meinem Versuche nur um Weniges geringer, 575·5 Grm. Erbsen täglich aufnahm, so ist es von Interesse, die Ausnützung in meinem Falle, mit der von Rubner zu vergleichen.

	In Rubners Versuch.			In meinem Versuch.		
	Einnahme	Ausgabe	%Verlust	Einnahme	Ausgabe	%Verlust
Erbsen frisch	610	—	—	575·5	—	—
trocken ..	521	48·5	9·1	502·1	49·5	9·86
Stickstoff	20·37	3·57	17·5	21·54	2·96	13·76
Fett	7·03	4·49	63·9	4·06	4·51	111·07
Kohlehydrate....	357·0	12·9	3·6	354·47	14·44	4·07
Asche	30·09	8·15	33·5	24·73	11·51	41·10

Diese beiden Versuche zeigen in ihren Resultaten eine sehr beachtenswerthe Übereinstimmung. Die Trockensubstanz ist in beiden Kothmengen beinahe gleich gross (48·5 zu 49·5); in meinem Falle wegen der geringeren Menge der aufgenommenen Erbsen procentisch etwas grösser. Die Ausnützung des Stickstoffes hingegen ist in meinem Falle etwas günstiger (2·96 zu 3·57 des im Koth ausgeschiedenen Stickstoffes). Die Ausfuhr von Fett ist numerisch in beiden Fällen beinahe gleich (4·49 : 4·51) nur der procentische Verlust erscheint in meinem Falle so ungleich gross, wegen der bei dem niedrigen Fettgehalt meiner Erbsen zu geringen Einfuhr von Fett. Dem gegenüber erscheint die Ausnützung der Kohlehydrate bei Rubner etwas günstiger, es hängt dies jedoch zum Theil mit der Abweichung zusammen, welche die Ausnützung der Aschebestandtheile darbietet, bezüglich deren ich auf die frühere diesbezügliche Bemerkung verweise.

Versuch VI.

Mit Rindfleisch ohne Zusatz (Schenkelstück). 3tägig, 8.—11. Juli.

Auch mit Rindfleisch allein, hat schon Rubner [1] Versuche gemacht. Bei diesen Versuchen führte er jedoch grössere Fleischmengen ein, als nothwendig gewesen wären, den Bedarf des Körpers an Stickstoffsubstanz zu decken. Ich wollte nun die Ausnützung einer Menge von Rindfleisch kennen lernen, welche der für die Deckung des Stickstoffbedarfes des Körpers berechneten möglichst gleich kommt, wobei allerdings der Körper auf Kohlenstoffhunger gesetzt wird.

Rubner verwendet bei einem seiner Fleischversuche die Abgrenzung durch die Verschiedenheit des Fleischkothes und des Kothes der gemischten Kost, bei einem andern die Abgrenzung durch Milch. Da ich mich der letzteren Methode, aus den in der Einleitung angeführten Gründen nicht anschliessen wollte, ausserdem die Abgrenzung durch Petroleumruss bei der geringen Menge und dunkeln Färbung des Fleischkothes eher störend als günstig wirken dürfte, habe ich mich an die erste von Rubner angewandte Methode gehalten, mit dem Unterschiede, dass ich nicht durch gemischte Kost, sondern durch Geniessen grosser Mengen von Polenta, deren leicht erkennbarer Koth nicht die Übelstände bedingt, wie sie Rubner im zweiten Fleischversuche schildert, abgrenzte.

Jedoch war es mir bei dieser Abgrenzungsform in dem ersten zweitägigen Versuche, den ich mit 1560 Grm. Fleisch (frisch) ausführte, nicht möglich, den Fleischkoth zwischen dem Polentakoth, der durch Festigkeit und lichte Farbe sehr leicht erkennbar war, aufzufinden, wesswegen ich auf die ausführliche Darstellung dieses Versuches verzichte.

Indem ich dieses Verhalten für eine Folge der allzugeringen Menge des gebildeten Kothes hielt, dehnte ich daher einen zweiten Versuch mit Fleisch um einen Tag länger aus, indem ich zugleich ungefähr die gleiche Menge Fleisch für den Tag, wie im ersten Versuche in Anwendung brachte. Am ersten Tage wurden

[1] l. c. Bd. 15, pag. 121—127.

738 Grm., am zweiten 773 Grm. und am dritten 884 Grm. frisches Fleisch genossen; also im Ganzen 2395 Grm. Die Zubereitung des mit Messer und Scheere sorgfältig von Sehnen und Fett befreiten Fleisches, geschah theils durch einfaches Sieden, indem das Fleisch in Schnitten in das kochende Wasser gelegt wurde, wobei dann auch die Brühe als Suppe diente, theils auch durch Braten ohne Zuthat, im eigenen Safte, was sehr leich von Statten ging. So zubereitet wurden die obigen 2395 Grm. ohne weitere Zuthat als Kochsalz sehr leicht genommen, was sich auch darin zeigt, dass sich die aufgenommenen Mengen in den späteren Tagen steigern. Zum Zwecke der Abgrenzung wurde wie im ersten Fleischversuche am Abend vorher nur Polenta mit Milch, und schon früher Mehl- und Eierkost gegessen. Auch als Abschluss des Versuches diente dieselbe Kost in der Absicht, den dunkeln Fleischkoth durch hellen Polentakoth einzuschliessen, wie auch Rubner in seinen Versuchen die Eierkost im Kothe mit grünem Gemüsekothe abgrenzt.

Diese Abgrenzung gelang gut, obwohl im zweiten Versuch mit Fleisch der Polentakoth nicht so fest und hellfärbig sich zeigte, wie er sonst zu sein pflegt. Der Fleischkoth erschien am 12. Juli und bildete leicht trennbare, schwarze, harte Concretionen. Die Harnmenge betrug 4998 Cm^3 von 1·024 specifisches Gewicht.

Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse des Versuches.

Einnahmen.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett (berechnet)[2]	Asche
Fleisch[1]	2395	581.03	64·03	145·51	35·33 32 NaCl.
Im Tag	798·3	193·67	21·34	48·5	11·78 ohne NaCl.

[1] 2·1085 Fleisch frisch 0·5119 Gr. trocken 24·28% } 24·26%
3·2070 „ 0·7774 24·24 } Trockensubst.
0·5115 trockenes Fleisch 56·35 Mg N 11·02% N.
2·1350 „ „ 0·1299 Asche 6·08 Asche.
Fett = Trockensubstanz — (N Substanz + Asche.)

Ausgaben.

	Frisch	Trocken	Stickstoff	Fett	Asche
Koth[1]	60 Gr.	16·11	1·04	2·59	2·90
Im Tag........ .	20	5·37	0·35	0·86	0·97

Harnmenge 4998 cm³, spec. Gew. 1·024, N[2] darin 82·55 Grm.

In diesem Falle zeigt sich die Ausnützung ungleich günstiger, als in den beiden von Rubner mitgetheilten Versuchen und zwar stellt sich der procentische Verlust durch den Koth

	bei Rubner		in meinem Falle
an Trockensubstanz.	4·7 u.	5·6 Perc.	2·77
Stickstoff.	2·5	2·8	1·62
Fett	...21·1	17·2	1·78
Asche	.15·0	21·2	8·21 ohne NaCl.

Die Erklärung für die bessere Ausnützung in meinem Falle ergibt sich aus den verschieden grossen Fleischmengen, die in den beiden Versuchen eingeführt wurden. Während Rubner im Tag eine Menge von Fleisch, entsprechend 48·8 und 39·8 Stickstoff einführte, welche beinahe hinreichte, den Bedarf des Körpers an Kohlenstoff vollkommen zu decken, so dass bei seinen Versuchen mit Fleischkost nach Zusatz von geringen Mengen Fett schon ein Stickstoffansatz am Körper eintrat, habe ich in meinem Versuche nur eine Fleischmenge, entsprechend 21·34 Grm. N im Tag eingeführt; dass diese geringe Menge besser ausgenützt wurde als die grössere, steht mit allen bisherigen Erfahrungen in dieser Richtung im vollsten Einklang.

---

[1] 0·6840 trockener Koth 45·5 Mg N 6·65% } 6·41% N.
6·4765 29·4 Mg N 6·17 }

1·1030 0·1790 Gr. Fett 16·23% } 16·12% Fett.
3·2060 0·5135 Gr. 16·01 }

2·6275 lufttrocken 0·4214 Gr. Asche 16·04% } 16·13% Asche.
2·0310 0·3294 Gr. 16·21 }

[2] 5 cm³ Harn 82·6 Mg N = 4998 cm³ 82·43 Gr. } 82·55 Gr. N.
5 cm³ 82·7 Mg N = 4998 cm³ 82·67 Gr. }

Im Harn wurden täglich 27·51 Grm. N gegenüber einer Einnahme von 21 Grm. mit der Nahrung ausgeschieden. Es ergibt sich somit bei der Einfuhr von 798 Grm. frischen Fleisches ein täglicher Verlust des Körpers von 6·52 Grm. N, entsprechend 40·75 Grm. Eiweiss.

In dieser Beziehung liefert dieser und der schon oben erwähnte missglückte Fleischversuch[1] einen weiteren Beweis für die von Voit[2] und Pettenkofer und Voit[3] gefundene Thatsache, dass ein fettarmes Individuum bei reichlicher Zufuhr von Fleisch, infolge der hiedurch bedingten gesteigerten Eiweisszersetzung vom Körper Eiweiss abgibt. Berechnet man in diesem Versuche aus den eingeführten Eiweissstoffen und dem Fett den mit diesen eingeführten Kohlenstoff, so erhält man entsprechend 131·2 Eiweiss (21·0 N), 69·57 Grm. C, ferner entsprechend 47·64 Fett, 37·21 Grm. C, daher im Ganzen 106·78 Grm. C für den Tag in der Einfuhr. Nach Voit soll in der Nahrung mittelst der Nährstoffe für den täglichen Bedarf bei mittlerer Arbeit 18·3 Grm. N und 328 Grm. C eingeführt werden. Da nun in meinem Versuche kaum der dritte Theil des erforderlichen Kohlenstoffes mit der Nahrung eingeführt wurde, und bei dem zwanzigjährigen Versuchsindividuum an einen bedeutenden Vorrath von Fett nicht gedacht werden kann, so sehen wir demgemäss, dass auch der Eiweissbestand des Körpers angegriffen wird, um die nothwendigen Ausgaben desselben an Kohlenstoff zu decken.

Ich glaube durch diese wenigen Versuche, an deren Fortführung ich in diesem Momente durch äussere Umstände gehindert bin, einen weiteren Beleg für die Ausführbarkeit der Ausnützungsversuche beim Menschen geliefert zu haben. Zugleich zeigte es sich, dass bei der Aufstellung von Kostsätzen, auch der Einfluss der Zusätze auf die Ausnützung der Nährstoffe der Nahrungsmittel in Betracht gezogen werden muss.

---

[1] Derselbe ergab bei einem Vergleich des eingeführten Stickstoffes mit dem im Harne ausgeschiedenen ein ganz gleiches Verhältniss. Mit der Nahrung eingeführt 49·92 Gr. N in zwei Tagen, mit dem Harn (in 2 Tagen) ausgeschieden 53·53.

[2] Voit Zeitschr. f. Biol. III. pag. 71, 1876.

[3] Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. VII, pag. 439, 1871.

Nur indem wir den Einfluss einer bestimmten Zuthat, z. B. von Fett oder Käse etc. in einer bestimmten Menge, auf die Ausnützung eines Nahrungsmittels experimentell festgestellt haben, bekommen wir einen klaren Einblick in jene Schwankungen der Resorption der Nährstoffe, welchen man bis jetzt mit einem allgemeinen Ausdruck, von der Art der Zubereitung des Nahrungsmittels abhängig sein lässt.

Schliesslich sei es mir noch gestattet, Herrn Professor Dr. Loebisch, auf dessen Anregung ich die vorstehenden Untersuchungen unternahm, und dessen Rath mich bei der Ausführung derselben in reichem Maasse unterstützte, auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank auszudrücken.